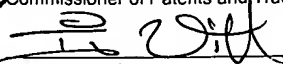


hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner of Patents and Trademarks, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 on the date specified below.

  
Thomas P. Vita, Jr.

Date: March 26, 2004

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Patent Application No. 10/696,152

Examiner: Unassigned

Filing Date: October 29, 2003

Art Unit: Unassigned

Inventor(s): Broghammer et al.

Attorney Docket No. 696.022

Invention: *Adjustment Device for a Fine Machining Tool*

Assignee: Dr. Jörg Gühring

**SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

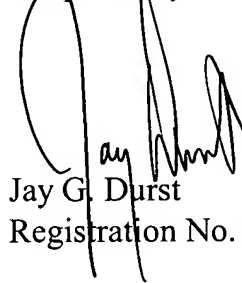
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The above-captioned patent application claims foreign priority under 35 U.S.C. §119(b) on **German** Patent Application No. **202 16 739.9**, filed on **October 29, 2002**. A certified copy of the priority document is submitted herewith in order to perfect the claim for priority.

The certified copy of the priority document is submitted prior to the payment of the issue fee and, therefore, no fee is due at this time. See 37 CFR §1.55(a)(2). However, the Director is hereby authorized to charge payment of any additional fee(s) associated with this or any other communication or credit any overpayment to Deposit Account No. 50-1170, if necessary.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jay G. Durst", is written over the printed name and registration number.

Jay G. Durst

Registration No. 41723

Dated: March 26, 2004

Customer Account No. 23598  
BOYLE, FREDRICKSON, NEWHOLM,  
STEIN & GRATZ, S.C.  
250 Plaza, Suite 1030  
250 East Wisconsin Avenue  
Milwaukee, WI 53202  
Telephone: (414) 225-9755  
Facsimile: (414) 225-9753

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

**Aktenzeichen:** 202 16 739.9

**Anmeldetag:** 29. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Dr. Jörg G ü h r i n g , Albstadt/DE

**Bezeichnung:** Einstelleinrichtung für ein Feinbearbeitungswerkzeug

**IPC:** B 23 B 29/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 27. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Schäfer

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einstelleinrichtung  
5 zum Einstellen der Lage zumindest einer Schneide eines  
Feinbearbeitungswerkzeugs, insbesondere einer Reibahle,  
bezüglich eines Schneidenträgers, sowie auf ein  
entsprechendes Feinbearbeitungswerkzeug.

10 Bei derartigen Feinbearbeitungswerkzeugen besteht eine  
der Anforderungen an die Genauigkeit darin, dass sich die  
Schneidkanten auf einer auf die Drehachse des Werkzeugs gut  
zentrierten Kreisbahn bewegen. Dazu sind verschiedenen  
Lösungsansätze bekannt:

15 Zur genau zentrierten Einspannung eines  
Werkzeugschafts, z.B. eines Bohrer- oder Fräaserschaftes  
sind, beispielsweise aus der DE-GM 94 11 260 oder der  
DE 27 00 934 A1, hydraulische Dehnspannfutter bekannt, bei  
20 denen eine Ringkammer im Futterkörper radial nach innen  
durch eine Dehnbuchse begrenzt wird, die sich beim Anlegen  
eines hydraulischen Drucks in der Ringkammer radial nach  
innen elastisch verformt und dabei den in die  
Aufnahmebohrung eingeschobenen Werkzeugschaft allseitig  
25 fest umgreift. Derartige Hydro-Dehnspannfutter sind  
beispielhaft auch dem Prospekt "Höher, schneller,  
weiter...", Ausgabe 01/2002, der Firma Hauser HSC-  
Technologie zu entnehmen.

30 Zum genau zentrierten Aufspannen von hohlzylindrischen  
Bauteilen sind andererseits auch Dehnspanndorne bekannt,  
die ebenfalls mit hydraulischem Druck arbeiten und eine  
Ringkammer aufweisen, die radial nach außen von einer  
Dehnspannhülse begrenzt wird. Durch Dehnung der  
35 Dehnspannhülse erfolgt dann die zentrische Aufspannung des  
Werkstücks.

Darüber hinaus ist im deutschen Gebrauchsmuster DE 296 14 727 U1 schon ein Hydro-Dehnspannfutter gezeigt, in das ein Werkzeugschaft eingespannt ist und auf das außenseitig zusätzlich noch ein hohlzylindrisches Werkzeug aufgespannt ist. Dabei kommt eine ringförmige Druckkammer zum Einsatz, die eine radial nach außen elastisch verformbare Außenwand und eine radial nach innen elastisch verformbare Innenwand aufweist. Mittels einer Schraube, die beim Einschrauben in eine Bohrung auf einen Kolben in einem Hydraulikzylinder drückt, der über Verbindungskanäle mit der Ringkammer verbunden ist, wird ein hydraulischer Druck angelegt. Dadurch erfolgt eine Dehnung der Innen- und der Außenwand der Ringkammer, wodurch der Werkzeugschaft sowie der Hohlzylinder über ihren gesamten Umfang fest ein- bzw. aufgespannt werden können.

Allen diesen bisher bekannten Spannmitteln ist es gemein, dass sie eine hochzentrierte Ein- bzw Aufspannung der Werkzeuge bzw. Werkstücke bieten.

20

Feinbearbeitungswerkzeuge, wie zum Beispiel Reibahlen für große Durchmesser oder Honwerkzeuge, wie sie beispielsweise zum Honen von Zylindern verwendet werden, weisen dabei Schneiden auf, die - beispielsweise an einem Spannring befestigt - auf einen Spanndorn gespannt werden. Die Schneiden befinden sich dabei radial außerhalb und ohne größeren axialen Versatz direkt an der Aufspannung. Zwar ist auf diese Weise verhindert, dass sich ein Zentrierungsfehler entlang der überstehenden Bohrerlänge bis hin zur Bohrerspitze aufkumulieren kann. Es stellt sich aber das Problem, dass unter engsten Durchmessertoleranzen gearbeitet werden muss, d.h., dass die Lage der Schneidkante(n) in Radialrichtung genau eingestellt werden muss.

35

Bei Präzisionsbohrwerkzeugen kann dagegen die axiale Lage der Schneidkanten, beispielsweise bezüglich eines

Nullpunkts eines CNC-Koordinatensystems entscheidend sein. Mit den bekannten Auf- bzw. Einspannvorrichtungen können zwar mit hoher Rundlaufgenauigkeit und schwingungsgedämpfte Werkzeugeinspannungen erreicht werden, eine für  
5 Feinbearbeitungswerkzeuge wünschenswerte Feineinstellung der Lage der Schneiden ist damit aber nicht zu bewerkstelligen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine  
10 Einstelleinrichtung für ein Feinbearbeitungswerkzeug zu schaffen, mit der die Lage der Schneide(n) bezüglich eines Schneidenträgers möglichst genau einstellbar ist, sowie ein Feinbearbeitungswerkzeug mit einer derartigen Einstell-  
einrichtung.

15 Diese Aufgabe wird bezüglich der Einstelleinrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, bezüglich des Feinbearbeitungswerkzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 22.

20 Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäßen Einstelleinrichtung nutzt dabei  
25 die aus dem Stand der Technik zur Auf- bzw. Einspannung von Werkzeugen bei Dehnspanndornen bzw. -futter an sich bekannte Dehnspanntechnik, bei der bisher durch eine Materialdehnung am Werkzeugträger ein Werkzeug in ein Futter oder auf einen Spanndorn gespannt wird. Mit der  
30 erfindungsgemäßen Einstelleinrichtung gelingt es aber erstmals, die Lage der Werkzeugschneide bezüglich eines Schneidenträgers feineinzustellen.

Durch einen Versatz der Schneide zur Druckkammer in  
35 Einstellrichtung wird erreicht, dass eine von einer Druckbeaufschlagung des Druckübertragungsmittels in der Druckkammer hervorgerufene Dehnung der Außenwand der

Druckkammer, bzw. des Schneidenträgers unmittelbar zu einer Lageverschiebung der Schneide führt. Durch geeignete Bedienung der Druckerzeugungseinrichtung kann dann die Lage der Schneide auf gewünschte Weise eingestellt werden.

5

Wie Versuche mit dem erfindungsgemäßen Feinbearbeitungswerkzeug gezeigt haben, ist es möglich, Toleranzen im Bereich von  $1/1000$  mm einzuhalten, während Verstellungen von ca.  $1/10$  mm grenzwertig sind. Dabei wurde mit Drücken bis zu 1000 bar gearbeitet. Ein starker Druckanstieg in der Druckkammer entspricht dabei nur einer sehr kleinen Dehnung der Druckkammer-Außenwand (des Dehn-Außenwandabschnitts des Trägerkörpers). Die erfindungsgemäße Einstelleinrichtung wirkt dementsprechend wie ein Hebel, so daß sich die Dehnung sehr genau dosieren läßt.

In der vorteilhaften Ausführungsform nach Anspruch 2 sind die Druckkammer und die einzustellende Schneide dabei in Einstellrichtung auf einer Linie angeordnet, d.h. die Druckkammer liegt genau unterhalb der Schneide(n). Die durch die Einstelleinrichtung induzierte Wanddehnung wirkt dann direkt auf die Schneide. Es wären aber auch andere Geometrien denkbar, insbesondere bei vorgegebenen geometrischen Außenabmaßen des Feinbearbeitungswerkzeugs, die keine andere Bauform zulassen.

Bei Werkzeugen, bei denen es auf eine größtmögliche Parallelität der Schneidkanten zur Drehachse über die gesamte Kantenlänge ankommt, beispielsweise bei Honleisten bzw. -steinen von Honwerkzeugen, ist es dabei vorteilhaft, wenn sich die Druckkammer unter der Schneide über die gesamte (bei Honwerkzeugen axiale) Länge der Schneidkante erstreckt. Auf diese Weise wird eine Parallelverschiebung der gesamten Schneide gewährleistet.

35

Bei anderen Werkzeugen, wie beispielsweise Reibahlen, kommt es dagegen hauptsächlich auf den schneideneckennahen

Bereich der Schneidkanten an. In diesem Fall ist es vorteilhaft, die Druckkammer nur unter dem Bereich der Schneidenecke anzuordnen, um so die gesamte Kraftübertragung auf den spitzennahen Bereich zu lenken und  
5 so eine effektive Druckausnutzung zu haben. Auch kann es sogar gewünscht sein, eine Schneide unter einem Winkel einzustellen, beispielsweise bei einer Freiwinkel-einstellung.

10 Als Druckübertragungsmedium in der Druckkammer der Dehnspanneinrichtung wird bevorzugt eine (zumindest näherungsweise) inkompressible Flüssigkeit, besonders bevorzugt Hydrauliköl, eingesetzt, da auf diese Weise im elastischen Bereich der Dehnung auch eine zumindest  
15 näherungsweise lineare Übertragungsfunktion der mit der Druckerzeugungsvorrichtung aufgebrachten Kraft und der Wanddehnung, bzw. der Schneidenverstellung erzielt werden kann. Bei flüssiggeschmierten Werkzeugen bietet sich dagegen unter Umständen auch eine Befüllung mit dem  
20 Schmiermittel an.

Durch Verwendung einer Kunststoff- bzw. Elastomerhülse, bzw. -einsatzes kann hingegen eine Veränderung des Übertragungsverhaltens bei Erwärmung, Lufteinschlüssen oder  
25 bei Leckagen verhindert werden, so dass die gewünschte Schneidenverstellung zuverlässig erreicht wird. Daneben wäre auch ein Gel denkbar.

Vorteilhaft ist zur Druckerzeugung eine Schraube  
30 vorgesehen, die in eine Gewindebohrung eindrehbar ist, die mit der Druckkammer in Verbindung steht. Die Feineinstellung kann dann über eine Änderung des Volumens, das das Druckübertragungsmedium einnimmt, vorgenommen werden, indem man die Schraube auf die gewünschte  
35 Eindrehtiefe einschraubt.



Im Sinne einer guten Zugänglichkeit und um auch kleine Außendurchmesser des Werkzeugs am schneidkantenbewehrten Abschnitt zu ermöglichen ist die Druckbeaufschlagungseinrichtung von der Dehnspanneinrichtung dabei vorteilhaft  
5 über einen axialen Abstand getrennt. Vorteilhaft im Sinne geringer Leckageverluste drückt die in der Sacklochbohrung geführte Schraube dabei auf einen in einem Hydraulikzylinder geführten Hydraulikkolben.

10 Alternativ dazu kann auch über eine entsprechende Pumpe der Druck auf den Hydraulikzylinder aufgebracht werden.

Vorteilhaft ist es ferner, wenn gemäß Anspruch 9 schon eine Zuordnung von bestimmten Werten der Eingangsgröße der  
15 Druckerzeugungseinrichtung, im Falle der Schraube also beispielsweise des Schraubendrehwinkels, zu entsprechenden Lageverstellwerten der Schneide vorliegt, d.h. wenn beispielsweise bekannt ist, wie bei einer bestimmten Temperatur, Wandstärke des Dehn-Außenwandabschnitts etc.,  
20 die entsprechende Dehnung ausfällt. Mit einer solchen Eichung gelingt es, den Durchmesser über die Kraft der Druckbeaufschlagungseinrichtung feineinzustellen, ohne dass dabei ein Nachmessen an der Schneide erforderlich wäre.

25 Die erfindungsgemäße Einstellungseinrichtung ist besonders für eine radiale Einstellung der Schneide(n) geeignet. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Druckkammer ringförmig ausgebildet ist, insbesondere bei mehrschneidigen Werkzeugen. Die über den Gesamtumfang  
30 gleichförmige Druckverteilung und damit gleichförmige Dehnung führt dann vorteilhaft zu einer erwünschten Zentrierung der Schneiden auf die Längsachse des Werkzeugs und damit zu einer hohen Rundlaufgenauigkeit der Schneiden. Im Sinne einer möglichst direkten Kraftübertragung ist aber  
35 - insbesondere bei einem Einschneider - auch eine Ausgestaltung der Druckkammer denkbar, bei der die

Druckkammer auf den lokalen Umfangsabschnitt der Schneide begrenzt ist.

Gemäß Anspruch 13 ist der Schneidenträger dabei ein  
5 Werkzeughalterungs-Grundkörper, der beispielsweise mit einer  
für HSK- oder SK-Systeme passenden Kupplung ausgestattet  
ist, so dass das Feinbearbeitungswerkzeug auf gängigen  
Werkzeugmaschinen, insbesondere CNC-Maschinen, eingesetzt  
werden kann. Beispielsweise können hier wie auch in  
10 Kombination mit den anderen Ausführungsformen eine  
Verschraubung von Wende- oder Wechselschneidplatten am  
Werkzeughalterungs-Grundkörper vorgesehen sein. Als  
besonders geeignet für Feinbearbeitungswerkzeuge wie  
Reibahlen hat sich dabei eine Ausgestaltung mit drei  
15 Schneiden herausgestellt. Alternativ dazu wären aber  
allgemein auch angelötete Schneiden oder fest am  
Grundkörper vorhandene Schneiden denkbar.

Um standardisierte Werkzeughalterungs-Grundkörper  
20 nutzen zu können, wird die zumindest eine Schneide gemäß  
der vorteilhaften Weiterbildung nach Anspruch 14 nicht  
direkt am Werkzeugträger-Grundkörper angebracht, sondern  
über einen Trägerring aufgespannt, der so den  
Schneidenträger bildet. Hier ist die ringförmige  
25 Druckkammer besonders vorteilhaft, da auf diese Weise  
gleichzeitig die Aufspannung des Trägerrings zentriert  
vorgenommen werden kann.

Die Druckkammer kann dabei vollständig im  
30 Schneidenträgerring eingeformt sein. Es entsteht somit ein  
separat handelbarer Trägerring, der keine speziellen  
Werkzeuggrundkörper erfordert. Einfacher zu fertigen ist es  
jedoch, wenn die Druckkammer einerseits durch den  
Werkzeughalterungsgrundkörper, andererseits durch den  
35 übergestülpten Schneidenträgerring eingegrenzt ist.  
Besonders beim Einsatz von Flüssigkeiten als  
Druckübertragungsmittel ist dabei eine Abdichtung des

Spalts zwischen Schneidenträgerring und Grundkörper erforderlich. Die Abdichtung kann dabei durch festen Presssitz des Rings auf dem Grundkörper gegeben sein. Andererseits kann die Abdichtung auch durch eine umlaufende  
5 Verlötung erfolgen, mit der der Trägerring gleichzeitig auf dem Grundkörper befestigt werden kann. Auch der Einsatz von Simmeringen, O-Ringen o.ä. Dichtungen wäre denkbar.

Die vorgeschlagene Einstelleinrichtung eignet sich  
10 insbesondere auch für Stufenfeinbearbeitungswerkzeuge. Hierzu weist der Werkzeughalterungs-Grundkörper gemäß Anspruch 18 eine zentrale Werkzeugaufnahme auf, in die ein Werkzeugschaft eines zusätzlichen Werkzeugs vorteilhaft über ein Dehnspannfutter eingespannt werden kann. Auch  
15 andere Futter wären denkbar, aufgrund der guten Rundlaufgenauigkeit hat sich jedoch der Einsatz eines Dehnspannfutters als sinnvoll erwiesen. Dabei ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass eine Kopplung der erfindungsgemäßen Einstellvorrichtung mit dem  
20 Dehnspannfutter vorgenommen werden kann.

So wird in der Ausführungsform nach Anspruch 19 die Druckkammer sowohl für das Dehnspannfutter als auch für die Einstellvorrichtung genutzt. Dabei ergibt sich ein  
25 vergleichsweise einfacher und kostengünstiger Aufbau des Werkzeugs. Andererseits ist aber zu beachten, dass die Innenwand der Druckkammer gegen das zentral eingespannte Werkzeug gedrückt wird, während die Außenwand der gleichen Druckkammer als zur Einstellvorrichtung gehöriger  
30 Dehnungskörper dient, wodurch sich eine unerwünschte Zwangskopplung der beiden Spannsysteme ergibt. Eine Einstellung der am Außenumfang angebrachten Schneiden ist somit nur mehr in einem Parameterbereich möglich, der der Einspannung des zentralen Werkzeugs Rechnung trägt.

35 In der weiteren vorteilhaften Ausführungsform nach Anspruch 20 weist das Werkzeug daher für Dehnspannfutter

und Einstelleinrichtung getrennte Druckkammern auf, die über eine Druckkopplung miteinander in Verbindung stehen. Diese Bauweise ist zwar deutlich aufwändiger, doch ist auf diese Weise zumindest die Lage, Form und Größe der Druckkammer der Einstelleinrichtung unabhängig vom Dehnspannfutter wählbar. Der Druck in den beiden Systemen bleibt jedoch eine gemeinsame Größe, da die Druckkammern eine Druckkopplung aufweisen.

10        Zwar ist somit der Druck der Einstellvorrichtung noch immer nicht unabhängig von demjenigen des Spannfutters wählbar, aber durch geschickte Wahl der Geometrie der Druckkammern, bzw. Wanddicke der Dehnungswände kann doch sichergestellt werden, dass innerhalb eines gewünschten Bereichs trotz der Druckverstellung zur Einstellung der Lage der am Außenumfang angebrachten Schneiden eine genügend feste Einspannung des zentralen Werkzeugs erhalten bleibt. Aufgrund der Druckkopplung kann jedoch eine Druckerzeugungseinrichtung gemeinsam genutzt werden, so dass keine getrennte Anbindung der Druckkammern an die Druckerzeugungseinrichtung benötigt wird, wodurch Kostenvorteile realisiert werden können. Darüberhinaus wäre es zumindest theoretisch denkbar, über Druckbegrenzungsventile u.ä. die Druckkopplung in gewünschter Weise auf bestimmte Druckbereiche zu begrenzen.

      Noch aufwändiger ist eine vollständige Trennung des Dehnspannfutters von der Einstelleinrichtung gemäß Anspruch 21. Dabei kann jedoch bei minimaler gegenseitiger Beeinflussung einerseits die Schneidenlage der (Stufen-)Schneiden, andererseits die Spannkraft des Dehnspannfutters zur Aufnahme des (vorschneidenden) Zentralwerkzeugs eingestellt werden.

35        Die einzelnen Merkmale der Ausführungsformen lassen sich, soweit es sinnvoll erscheint, beliebig kombinieren. Auch ist die Erfindung nicht auf die genannten

Ausführungsformen beschränkt, so ist beispielsweise neben einer eindimensionalen, insbesondere radialen Schneidenverstellung auch eine mehrdimensionale, z.B. gleichzeitig radiale und axiale Schneidenverstellung möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Dabei können zwei Wände einer Druckkammer als Dehnungswände dienen, aber auch mehrere Druckkammern mit jeweils einer Dehnungswand vorgesehen sein.

10 Nachfolgend werden anhand schematischer Zeichnungen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Prinzipskizze, mit der die  
15 erfindungsgemäße Einstellungseinrichtung erläutert wird;

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt der Darstellung der Fig. 1;

20 Fig. 3 eine schematische Prinzipskizze einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einstelleinrichtung;

Fig. 4 eine Seitenansicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Feinbearbeitungswerkzeugs;

25 Fig. 5 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Feinbearbeitungswerkzeugs;

30 Fig. 6 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Feinbearbeitungswerkzeugs;

35 Fig. 7 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Feinbearbeitungswerkzeugs;

Fig. 8 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Feinbearbeitungswerkzeugs;

5 Fig. 9 eine Querschnittansicht der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform entlang der Schnittlinie IX - IX;

Fig. 10 eine Detailansicht der Einzelheit X in Fig. 8;

10 Fig. 11 eine Schnittansicht eines Schneidenträgerrings für das in den Figs. 8 bis 10 gezeigte Feinbearbeitungswerkzeug;

Fig. 12 eine Schnittansicht einer weiteren  
15 Ausführungsform des Schneidenträgerrings;

Fig. 13 einen Ausschnitt einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

20 Fig. 14 ein Diagramm, in dem die Übertragungsfunktion einer erfindungsgemäßen Einstelleinrichtung quantitativ angetragen ist;

Fig. 15 eine Skala an einem Drehregler, an der die  
25 Schneideneinstellung pro Winkelsegment ablesbar ist.

Zunächst wird auf die Figuren 1 und 2 bezug genommen. Dort wird das Wirkprinzip der erfindungsgemäßen Einstelleinrichtung verdeutlicht. Unterhalb einer Schneide  
30 S ist eine Druckkammer DK angeordnet, die mit einem Druckübertragungsmittel gefüllt ist und über eine Zuleitung Z mit Druck beaufschlagt wird. Zwischen der Schneide S auf einer Wechselschneidplatte und der Druckkammer DK befindet sich eine Außenwand W der Druckkammer DK mit geringer  
35 Dicke, während die Druckkammer ansonsten durch Vollmaterial eingeschlossen ist. Wie durch die Pfeile in der Druckkammer DK verdeutlicht, erfährt die Außenwand W der Druckkammer DK

beim Anlegen eines äußeren Drucks eine flächige Belastung. Überschreitet diese Belastung einen bestimmten Wert, wird die Wand W in Richtung R verformt. Da die Länge  $L_D$  der Druckkammer der Länge  $L_S$  der Schneide entspricht, kommt es  
5 über die Schneidenlänge  $L_S$  in weiten Teilen zu einer Ausdehnung der Druckkammer nach außen, d.h. im wesentlichen zu einer Verschiebung der Wand W nach außen. Insbesondere an den Kanten wird die Wand W gebogen und gedehnt, so dass es in kantenfernen Bereichen der Wand W zu der in Fig. 2  
10 dargestellten Verschiebung der Wand W kommt. Daneben tritt aber auch eine elastische Materialstauchung in Verschiebungs-, d.h. in Einstellrichtung auf. Aufgrund des geringen Ausmaßes der Stauchung der Wand W im Vergleich zur Verschiebung, wurde dieser Effekt in der Fig. 2 bewusst  
15 vernachlässigt. Die Zeichnung zeigt daher idealisiert einen (infinitesimal kleinen) Abschnitt der Wand W, der unter Innendruck in der Druckkammer DK nach außen gedrückt wird. In der idealisierten Darstellung entspricht dabei die Ausdehnung  $dK$  der Kammer der Verschiebung  $dS$  der Schneide.

20

Wie in Fig. 3 gezeigt, kann eine derartige Einstellung auch mehrdimensional erfolgen: Eine erste Druckkammer DK1 und eine zweite Druckkammer DK2 drücken dabei über eine Wand auf eine Wechselplatte, wobei mit der ersten  
25 Druckkammer die Lage der Schneide S1 in einer ersten Richtung R1 einstellbar ist, während mit der zweiten Druckkammer DK2 die Lage der zweiten Schneide S2 in einer zweiten Richtung R2 einstellbar ist. Auf diese Weise kann beispielsweise die Radialkoordinate der Nebenschneide und  
30 die Axialkoordinate der Hauptschneide an den Stufenschneiden eines Stufenbohr- bzw. -reibwerkzeugs eingestellt werden.

Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße, dreischneidige  
35 Reibahle. Zur Ankupplung an eine Werkzeugmaschine weist das Werkzeug eine HSK-Schnittstelle in Form eines genormten Hohlschafts mit zwei Mitnehmernuten auf. An der

Werkzeugspitze sind an den Werkzeughalterungs-Grundkörper 1 Wechselschneidplatten 27 in Führungsschienen 25 angeschraubt. Die Wechselschneidplatten 27 weisen dabei jeweils eine Schneidkante S auf, die (unter einem geringen  
5 Freiwinkel) in etwa parallel zur Werkzeugdrehachse verläuft. Radial innerhalb der Wechselschneidplatten 27 mit den Schneiden S befindet sich eine gestrichelt eingezeichnete Druckkammer 4, die sich dabei axial im Bereich der Schneidenecke bzw. Schneidenspitze befindet.

10 Die Druckkammer steht über einen Verbindungskanal 20 mit einer Sacklochbohrung 10 in Verbindung. Mittels einer Innensechskantschraube, die in die Sacklochbohrung 10 eingeschraubt wird, kann ein Druck erzeugt und durch ein  
geeignet gewähltes Druckübertragungsmittel, beispielsweise  
15 Hydrauliköl, in die Druckkammer eingebracht werden. Dadurch erfährt die Wand zwischen Druckkammer und den Wechselschneidplatten eine Druckbelastung und wird radial nach außen gedrückt. Die Druckkammer erstreckt sich dabei ringförmig über den gesamten Umfang des Werkzeugs. Aufgrund  
20 der gleichförmigen Druckverteilung auf den Gesamtumfang kommt es daher neben einer an allen Schneiden S gleich großen radialen Lageverstellung zu einer Zentrierung der Werkzeugschneiden S. Außerdem kommt es aufgrund der der Schneidenecke zugewandten Anordnung der Druckkammer bei der  
Lageverstellung der Schneide zu einer winkligen Auslenkung  
25 der Schneidkante gegenüber der Drehachse. Um eine blasenfreie Befüllung der Druckkammer mit der Hydraulikflüssigkeit zu ermöglichen ist des Weiteren eine Bohrung 33 für eine Entlüftungsschraube vorgesehen, die  
30 über einen Stichkanal 31 mit der Druckkammer 4 in Verbindung steht.

Auch bei den in den weiteren Figuren dargestellten Ausführungsformen ist eine derartige Entlüftung vorgesehen.  
35 Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in den weiteren Figuren jedoch auf die Darstellung dieser Entlüftung verzichtet. Ebenfalls verzichtet wurde auf die Darstellung



einer werkzeugeigenen Kühlmittelzufuhr, über die die  
Schneiden des Werkzeugs mit Kühlmittel aus einer  
maschinenseitigen Kühlmittelzufuhr versorgt werden können.  
Im Rahmen der Erfindung kann eine derartige Eigenkühlung  
5 selbstverständlich dennoch vorgesehen sein.

Auch Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Reibahle mit  
drei Schneiden 27 und HSK-Schnittstelle 29. Zur besseren  
Übersichtlichkeit sind dabei nur die zu den beiden dem  
10 Betrachter zugewandten Schneiden gehörigen Abschnitte der  
Einstelleinrichtung mit gestrichelter Linie gezeigt.  
Wiederum sind an den Werkzeughalterungs-Grundkörper 100  
Wechselschneidplatten 27 in Führungsschienen 25 geschraubt.  
Abweichend von der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform  
15 befindet sich aber unter jeder Schneide S jeweils eine  
separate, lokal auf den Schneidenbereich begrenzte  
Druckkammer 104, die über Verbindungskanäle 120, 121 mit  
der Sacklochbohrung 10 in Verbindung stehen. Aufgrund des  
kleineren Kammervolumens und der geringeren Hydrofluidmenge  
20 kommt es dabei zu einer direkteren Übertragung der per  
Innensechskantschraube aufgebrachten Kraft.

Auch bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform der  
Erfindung, einer dreischneidigen Reibahle, sind nur die den  
25 beiden dem Betrachter zugewandten Schneiden S zugeordneten  
Abschnitte der Einstelleinrichtung mit gestrichelter Linie  
gezeigt. Die Schneiden S sind dabei einzeln verstellbar.  
Über Druckkammern 204, die sich jeweils unter den Führungen  
25 befinden, sind die jeweiligen Schneiden S radial  
30 verstellbar. Jede Druckkammer 204 ist über einen eigenen  
Verbindungskanal 220, 221 mit einer separaten  
Sacklochbohrung 210, 211 verbunden und somit unabhängig von  
der Einstellung der anderen Schneiden getrennt  
druckbeaufschlagbar. Auf diese Weise ist es möglich, eine  
35 Unwucht oder Rundlaufungenauigkeit der Werkzeugaufhängung  
auszugleichen oder beispielsweise eine Schneide als  
vorschneidend mit größerer Radialauslenkung als die beiden

anderen zu definieren, um so beispielsweise zwei Schneiden eine reine Abstützfunktion zuzuordnen, während nur eine Schneide tatsächlich schneidet.

5 Neben dem Einsatz der erfindungsgemäßen Einstell-  
einrichtung bei Reibahlen, wie in den Fig. 4 bis 6 gezeigt,  
eignet sich die Einstelleinrichtung auch für  
Stufenwerkzeuge, insbesondere Stufenreibahlen, bei denen  
neben den am Außenumfang der Werkzeughalterung befestigten  
10 Schneiden noch zusätzlich zentral ein Werkzeugschaft eines  
Einsatz-Werkzeuges in einer Aufnahme mit einem Spannfutter  
eingespannt ist. Dabei können Standard-Spannfutter oder  
Schrumpfspannfutter eingesetzt werden. Besonders  
vorteilhaft ist jedoch die Verwendung eines Dehnspann-  
15 futters. Denn bei derartig gestalteten Feinbearbeitungs-  
werkzeugen können Teile der Einstellvorrichtung  
gleichzeitig als Bestandteil des Dehnspannfutters genutzt  
werden. Stufenreibahlen in dieser Ausgestaltung der  
Erfindung sind in den Fig. 7 bis 13 gezeigt.

20

Das in der Fig. 7 dargestellte Werkzeug 300 mit HSK-  
Schnittstelle 29 weist dabei ein Hydro-Dehnspannfutter mit  
zwei ringförmigen Druckkammern 17 auf, in das ein  
Werkzeugschaft 13 eingespannt ist. Die beiden ringförmigen  
25 Druckkammern 17 des Hydro-Dehnspannfutters sind dabei über  
Verbindungskanäle 45 miteinander verbunden. Über einen  
weiteren Verbindungskanal 321 ist das Dehnspannfutter ferner  
an eine Sacklochbohrung 310 angeschlossen. Die  
Stufenschneiden S des Stufenwerkzeugs werden durch  
30 Wechselschneidplatten 27 gebildet, die an einer  
Durchmessererweiterung des Werkzeugs in Führungen 25  
angebracht sind. Die Schneiden S der Wechselschneidplatten  
27 sind dabei über eine Einstelleinrichtung radial  
verstellbar, wobei die Einstelleinrichtung eine ringförmige  
35 Druckkammer 304 im vorderen Bereich der Schneiden S  
aufweist, die über einen Verbindungskanal 320 mit der  
Sacklochgewindebohrung 310 in Verbindung steht. Mit einer

in die Gewindebohrung 310 eindrehbaren Schraube kann somit gleichzeitig der Druck in den Ringkammern 17 des Dehnspannfutters und der Ringkammer 304 der Schneidenlage-Einstelleinrichtung erhöht werden.

5

Dabei kann beispielsweise ein zentral einspannbares Reibahlenwerkzeug 50 in das Hydrodehnspannfutter eingespannt werden. Ein solches Werkzeug 50 wird beispielhaft in der Fig. 7a gezeigt. Beim entstehenden  
10 Gesamtwerkzeug fällt der zentral eingespannten Reibahle dann die Funktion zu, einen ersten Stufenbohrungsabschnitt mit niedrigem Durchmesser auszureiben, während mit den Schneiden S an der Durchmessererweiterung des Gesamtwerkzeugs ein zweiter Abschnitt der Stufenbohrung mit  
15 größerem Durchmesser ausgerieben wird.

Besonders geeignet ist das Stufenfeinbearbeitungswerkzeug mit Hydrodehnspannfutter zum Bearbeiten von Bohrungen, bei denen der erste Bohrabschnitt mit kleinerem Durchmesser  
20 relativ tief ist. In diesem Fall ist es Voraussetzung, um ein Ausreiben der Bohrung in einem Arbeitsgang vor und nach der Stufe zu ermöglichen, dass das Einsatz-Werkzeug 50 relativ lang ist, d.h. dass die Schneiden 52 des Werkzeugs relativ weit von der Einspannung E in das Dehnspannfutter  
25 entfernt sind. Mit dem Dehnspannfutter kann eine gut zentrierte Einspannung erreicht werden, so dass der sich bis zur Werkzeugspitze hin aufkumulierende Rundlauffehler sehr klein ist und hohe Standzeiten und niedrige Maßabweichungen erzielt werden können. Gleichzeitig hält  
30 sich der Mehr-Aufwand für das Dehnspannfutter gegenüber herkömmlichen Spannfuttern aufgrund der Synergieeffekte mit der erfindungsgemäßen Einstelleinrichtung in Grenzen. Die Einstellung der radialen Lage der Stufenschneiden S dient andererseits dazu, um die hohe Maßgenauigkeit im  
35 Vorbohrabschnitt auch im Bereich größeren Durchmessers der Bohrung zu halten.

Das in der Fig. 7a gezeigte Einsatz-Werkzeug 50 zur Einspannung in das zentrale Hydrodehnspannfutter des erfindungsgemäßen Werkzeugs in den Ausführungsformen der Figs. 7 und 8 bis 13 sieht darüber hinaus noch eine  
5 Eigenkühlmittelzufuhr vor. Über einen zentralen Kühlkanal 54 entlang der Werkzeuglängsachse kann von einer maschinenseitig vorgesehenen Kühlmittelzufuhr aus über Verteilerkanäle 56 Kühlmittel zu den Schneiden 52 geleitet werden, dass an Austrittsöffnungen 58 austritt. Es ist  
10 dabei möglich, dass zur Schneidenkühlung/Spanabfuhr verwendete Schmiermittel auch zur Befüllung der Druckkammern der erfindungsgemäßen Einstelleinrichtung bzw. des Dehnspannfutters einzusetzen.

15 Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Feinbearbeitungswerkzeugs ist in den Figuren 8 bis 11 gezeigt.

Im Gegensatz zu der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform  
20 der Erfindung ist hier eine Lageverstellung der (drei) Stufenschneidkanten unabhängig vom Einspanndruck des Dehnspannfutters möglich. In der Ausführungsform der Fig. 7 wird die Druckkammer der Einstellvorrichtung durch Anziehen der gleichen Schraube wie die Druckkammern des  
25 Dehnspannfutters unter Druck gesetzt. Demgegenüber besteht bei der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform keine Druckkopplung zwischen der Druckkammer 404 der Einstelleinrichtung zur Lageeinstellung der Stufenschneidkanten und den Druckkammern 18 des Hydrodehnspannfutters.

30 Wie insbesondere der Fig. 9 zu entnehmen ist, sind am Werkzeughalterungs-Grundkörper 400 dazu zwei separate Sacklochbohrungen 410, 411 zur Aufnahme von Druckschrauben vorgesehen. Die mit 410 bezeichnete Sacklochbohrung ist  
35 dabei über einen Verbindungskanal 420 mit der Druckkammer 404 verbunden, während die mit 411 bezeichnete Sacklochbohrung über einen weiteren Verbindungskanal 421

mit den Druckkammern 18 des Hydrodehnspannfutters in Verbindung steht. Eine Druckregulierung an den Schrauben erfolgt somit für Hydrodehnspannfutter und Einstelleinrichtung getrennt.

5

Auf den Werkzeughalterungs-Grundkörper 400 ist dabei eine Hülse 6 aufgesetzt, die in Fig. 11 im Detail gezeigt ist. Der Grundkörper 400 und die Hülse 6 umschließen die ringförmige Druckkammer 404, die mit der Sacklochbohrung 10 420 und einer nicht gezeigten Entlüftungsbohrung über den in den Grundkörper 400 eingebohrten Kanal 421 und einen Entlüftungskanal in Verbindung steht. Die Druckkammer 404 ist in Fig. 11 gestrichelt angedeutet. Wie zu erkennen ist, befindet sie sich dabei axial auf Höhe der Schneidenecke 15 der Schneide S. Die Schneide S ist an einer Wechselschneidplatte 27 ausgebildet, die in einer Führung 25 aufgenommen sind.

Die Schneidplatten stehen dabei an ihrem vorderen Ende 20 etwas über eine Schulter 44 über, an der die Dehnhülse 6 verjüngt. Innenseitig ist dabei der die Druckkammer 404 bildende Bereich zur Werkzeugspitze hin ebenfalls durch eine Schulter 46 begrenzt. Dabei verläuft die Schulter 46 im wesentlichen auf einer Ebene mit der axialen 25 Schneidkante der Wechselplatte 27. Unterhalb der Schneidenecke befindet sich somit eine Material-Schwachstelle 45 im Materialverlauf der Hülse 6. Auf diese Weise wird eine besonders große Verformung der Außenwand der Druckkammer 404 unterhalb der Schneidenecke 30 hervorgerufen und gleichzeitig das Material im vorderen Bereich (der Werkzeugspitze zugewandten) der Dehnhülse 6 von der Dehnwand entkoppelt.

Die Hülse 6 weist innenseitig an den Bereichen 30, 40, 35 an denen sie auf den Werkzeug-Grundkörper 400 aufgespresst wird eine hohe Oberflächengüte auf, um einen passgenauen Sitz der Hülse 6 auf dem Grundkörper 400 zu gewährleisten.

Auf diese Weise erfolgt schon eine gewisse Abdichtung der Druckkammer 404. Zusätzlich ist auf einer Seite der Druckkammer 404 am Axialende der Hülse 6 sowie auf der gegenüberliegenden Seite der Druckkammer 404 am Grundkörper  
5 400 je eine umlaufende Nut vorgesehen, die beim Einbau der Hülse mit Lot gefüllt ist und so eine feste Verlötung der Hülse 6 auf dem Grundkörper 400 und damit eine gute Abdichtung der Druckkammer 404 nach außen erlaubt.

10 Fig. 12 zeigt als abgewandelte Ausführungsform die Dehnhülse 606. Sie ist in wesentlichen Teilen baugleich mit der in Fig. 11 gezeigten Dehnhülse, weist allerdings eine im Material der Hülse eingeformte, ringförmige Druckkammer 604 auf, die über einen eingebohrten Kanal 620 an eine  
15 entsprechende Druckmittelzufuhr anschließbar ist und somit ebenfalls auf einen geringfügig modifizierten Werkzeughalterungs-Grundkörper 400 aufpassbar wäre.

Am Werkzeughalterungs-Grundkörper 400 ist des Weiteren  
20 eine Dehnbuchse 8 in die zentrale Werkzeugaufnahme 12 eingeschoben, die ebenfalls mit dem Grundkörper 400 verlötet und so gegen die Umgebung abgedichtet am Grundkörper 400 befestigt ist. Zwischen der Dehnbuchse 8 und dem Grundkörper 400 sind zwei ringförmige  
25 Druckkammern 18 eingeschlossen, die über schmale Schlitzte verbunden sind. Die Druckkammern stehen über den Verbindungskanal 421 mit der Sacklochbohrung 411 in Verbindung, mit der somit der Einspanndruck des Spannfutters gesteuert wird. Aufgrund der zur Außenseite  
30 der Druckkammer 404 und der Innenseite der Druckkammern 18 hin kleineren Wandstärke als auf der aufeinanderzu gerichteten Seite kommt es dabei nur zu einer marginalen gegenseitigen Beeinflussung der beiden Dehnspannhydrauliken, so dass die Lage der Schneiden S unabhängig von der  
35 Spannkraft des Hydrodehnspannfutters mit hoher Präzision eingestellt werden kann. Zur Aufnahme von an einem Werkzeugschaft haftenden Schmutz oder Ölrückstand ist

innenseitig an der Dehnbuchse ferner noch eine umlaufende Nut 25 vorgesehen.

Fig. 13 zeigt schließlich eine Ausführungsform des  
5 erfindungsgemäßen Stufenfeinbearbeitungswerkzeugs, bei der die Druckkammer 504 der Einstelleinrichtung über eine radial eingebaute Verbindungspassage 19 mit den Druckkammern 180 des Hydrodehnspannfutters in Verbindung stehen. Die außen auf den Werkzeuggrundkörper 500  
10 aufgesetzte Dehnhülse 506 weist dabei an ihrem hinteren Abschnitt ein Innengewinde 16 auf, mit dem es auf ein entsprechendes Außengewinde am Grundkörper 500 aufschraubbar ist. Vorderseits ist zur Abdichtung der Druckkammer 504 des Weiteren noch eine Dichtung 15  
15 vorgesehen.

Bei keiner der gezeigten Ausführungsformen wurde die zur Druckeinstellung vorgesehene Schraube dargestellt. Es ist aber klar, dass im Rahmen der Erfindung  
20 Abdichtungsmaßnahmen zur Abdichtung der Spannhydraulik ergriffen werden können. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Schraube nicht direkt das Hydraulikfluidvolumen verkleinert, sondern über einen gut abdichtend in einem Hydraulikzylinder geführten Kolben.

25 Neben einer Drucksteuerung über eine Innensechskantschraube mittels eines Imbusschlüsses etc., besteht bei den genannten Ausführungsformen eine weitere sinnvolle Ausgestaltung in einem Aufsatz auf die Innensechskantschraube, beispielsweise einem mit einer Markierung versehenen Rändelrad. Mit einer über den Umfang des aufzusetzenden Rändelrads angetragenen Skala an der Werkzeughalterung ist es dann möglich, durch einen Abgleich der Markierung auf dem Rad mit der Skala eine direkte  
30 Steuerung der Schneidkantenverstellung vorzunehmen. Die Skala bezieht sich dabei neben der unveränderlichen Geometrie der Werkzeughalterung notwendigerweise auf  
35

festgelegte Betriebsgrößen der Einstelleinrichtung, also beispielsweise Temperatur, Hydraulikfluid, etc. Die als Skala angetragenen Kennung kann somit zwar nur unter den festgelegten Bedingungen eine iterative Schneideneinstellung (Anziehen der Schraube, Messen der Schneidenverstellung an der Schneide, Nachziehen der Schraube usw.) ersetzen. Aber auch bei abweichenden Betriebsbedingungen erhält der Bediener einen ersten Anhaltspunkt, wie weit er die Schraube anziehen soll, um die gewünschte Schneideneinstellung zu erreichen.

Eine obenstehend beschriebene Skala ist in Fig. 15 dargestellt. Im dargestellten Beispiel entspricht ein Winkelsegment von  $22,5^\circ$  einer Lageverstellung der Schneide um  $2/1000$  mm. Die Skala bildet also eine lineare Übertragungsfunktion der Schraubendrehung zur Verstellung der Schneide ( $\varphi/e$ ) ab.

Eine derartige Übertragungsfunktion kann quantitativ der Fig. 14 entnommen werden. Es zeigt sich, dass es nach einem anfänglich unterproportionalen Anstieg der Schneidenverstellung pro Winkelsegment Schraubenumdrehung ein linearer Zusammenhang Schraubenverdrehung / Schneidenverstellung einsetzt ( $l_0$ ). Der lineare Bereich zwischen den beiden Punkten  $l_0$  und  $l_1$  ( $\Delta l$ ) ist dabei auf der Skala der Fig. 15 abgebildet. Dabei entspricht eine Schraubendrehung von  $135^\circ$  ( $\Delta\varphi$ ) einer Schneidenverstellung von  $2/100$  mm ( $\Delta l$ ). Den Aufpunkt  $l_0$  zum Messbereich erhält der Bediener dadurch, dass es sich um die erste Schraubenumdrehung handelt, bei der er eine Kraft aufwenden muss, die einen bestimmten Wert überschreitet.

Selbstverständlich sind Abweichungen von den gezeigten Varianten möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen.



Insbesondere könnte eine Druckmessung in der Druckkammer über Piezoaufnehmer vorgesehen sein, wobei die Schneidenverstellung über eine Zuordnung von Druckwerten zu entsprechenden Verstellwerten erfolgen kann. Auch eine  
5 automatisierte Schneideneinstellung wäre auf diese Weise realisierbar.

### Ansprüche

1. Einstelleinrichtung zum Einstellen der Lage  
5 zumindest einer Schneide (S; S1, S2) eines  
Feinbearbeitungswerkzeugs, insbesondere einer Reibahle,  
bezüglich eines Schneidenträgers (ST; 1; 100; 200; 300;  
6; 506), **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Schneidenträger (ST; 1; 100; 200; 300; 6; 506;  
10 606) zumindest eine Druckkammer (DK; DK1, DK2; 4; 104;  
204; 304; 404; 504; 604) begrenzt, die in  
Einstellrichtung (R; R1, R2) der Schneide (S; S1, S2) zu  
dieser versetzt angeordnet und mit einem Druckmittel  
gefüllt ist, das mit einer Druckerzeugungseinrichtung  
15 unter Druck gesetzt werden kann, wobei

zwischen der Schneide (S; S1, S2) und der  
Druckkammer (DK; DK1, DK2; 4; 104; 204; 304; 404; 504;  
604) eine Schneidenträgerwand (W) verbleibt, die bei  
Druckbeaufschlagung des Druckübertragungsmittels zur  
20 Einstellung der Schneidenlage elastisch verformbar ist.

2. Einstelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch  
gekennzeichnet, dass** die Schneide (S; S1, S2) und die  
Druckkammer (DK; DK1, DK2; 4; 104; 204; 304; 404; 504;  
25 604) in Einstellrichtung (R; R1, R2) fluchtend angeordnet  
sind.

2. Einstelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch  
gekennzeichnet, dass** die Länge (LD) der Druckkammer (DK;  
30 DK1, DK2) in der auf die Einstellrichtung (R; R1, R2)  
orthogonalen Richtung im wesentlichen der Länge (LS) der  
Schneide (S) entspricht.

3. Einstelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch  
35 gekennzeichnet, dass** die Länge der Druckkammer (4; 104;  
204; 304; 404; 504; 604) in der auf die Einstellrichtung

(R; R1, R2) orthogonalen Richtung auf den Bereich der Schneidenecke beschränkt ist.

4. Einstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden  
5 Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elastische Verformung ( $\delta K$ ) zwischen Druckkammer (DK) und Schneide (S) im Größenbereich der Schneidenverstellung ( $\delta S$ ) liegt.

10 5. Einstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckübertragungsmittel eine zumindest näherungsweise inkompressible Flüssigkeit ist.

15 6. Einstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckübertragungsmittel eine in die Druckkammer einsetzbare Kunststoffhülse ist.

20 7. Einstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckerzeugungseinrichtung eine in eine Sacklochgewindebohrung (10; 210, 211; 310; 410) eindrehbare Schraube umfasst.

25 8. Einstelleinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sacklochgewindebohrung durch einen axialen Abstand von der Druckkammer (4; 104; 204; 304; 404; 504) getrennt und über Verbindungskanäle (20; 120; 220, 221; 320; 420) mit ihr in Verbindung steht.

30 9. Einstelleinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **gekennzeichnet durch** ein Kennfeld, das eine vorbestimmte Zuordnung zwischen einer Eingangsgröße der Druckerzeugungseinrichtung (10; 210, 211; 310; 410) und  
35 der resultierenden Lageverstellung ( $\delta S$ ) der Schneide bereitstellt.

10. Einstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lage der Schneide (S; S1, S2) in radialer Richtung einstellbar  
5 ist.

11. Einstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkammer (4; 304; 404; 504; 604) ringförmig ausgebildet ist.

10

12. Einstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausdehnung der Druckkammer (104; 204) in Umfangsrichtung lokal auf den Bereich der Schneide (S) begrenzt ist.

15

13. Einstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneidenträger ein Werkzeughalterungs-Grundkörper (300) ist.

20 14. Einstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneidenträger ein Ring (6; 506; 606) ist, der auf einen Werkzeughalterungs-Grundkörper (400; 500), insbesondere einen Werkzeugspanndorn oder eine Spanndorn-Spannfutter-Kombination (400; 500), aufschiebbar ist.

15. Einstelleinrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Befestigung (14; 16) des Schneidenträgerrings (6; 506; 606) am Grundkörper (400; 500) vorgesehen ist, insbesondere mittels in umlaufenden Nuten (14) aufgenommenem Lot.

16. Einstelleinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkammer (606) vollständig in den Schneidenträgerring (606) eingeformt  
35

ist, wobei die Druckkammer (606) über Anschlusskanäle (620) mit dem Druckübertragungsmittel füllbar ist.

17. Einstelleinrichtung nach Anspruch 14 oder 15,  
5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkammer (6; 506) durch Grundkörper (1; 2) und daran angebrachten Schneidenträgerring (6; 7) eingegrenzt ist und ein Spalt zwischen Grundkörper und aufgeschobenen Schneidenträger-  
ring (6; 506) gegen Entweichen des Druckübertragungs-  
10 mittels abgedichtet (40, 30; 15) ist.

18. Einstelleinrichtung, insbesondere für ein  
Stufenfeinbearbeitungswerkzeug, nach einem der Ansprüche  
13 - 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeug-  
15 halterungs-Grundkörper (400; 500) eine zusätzliche zentrale Werkzeugaufnahme (12) mit einem zugeordnetem Dehnspannfutter (8, 18) aufweist.

19. Einstelleinrichtung nach Anspruch 18, **dadurch**  
20 **gekennzeichnet, dass** die Druckkammer der Einstelleinrichtung zugleich als Druckkammer des Dehnspannfutters dient.

20. Einstelleinrichtung nach Anspruch 18, **dadurch**  
25 **gekennzeichnet, dass** die Einstelleinrichtung und das Dehnspannfutter getrennte Druckkammern (17, 304; 18, 504) aufweisen, die eine Druckkopplung (320, 321; 19) aufweisen.

21. Einstelleinrichtung nach Anspruch 18, **dadurch**  
30 **gekennzeichnet, dass** die Einstelleinrichtung und das Dehnspannfutter getrennte Druckkammern (18, 404) aufweisen, die unabhängig voneinander unter Druck setzbar sind.

35

22. Feinbearbeitungswerkzeug, insbesondere Reibahle, **gekennzeichnet durch** eine Einstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Fig. 1

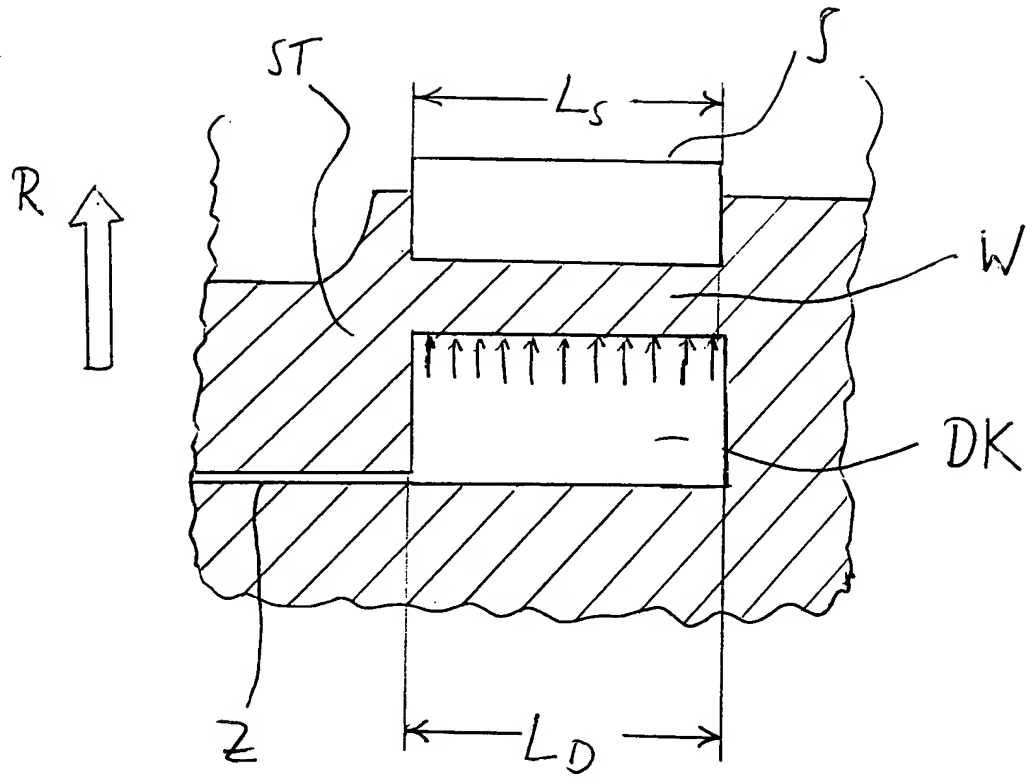


Fig. 2

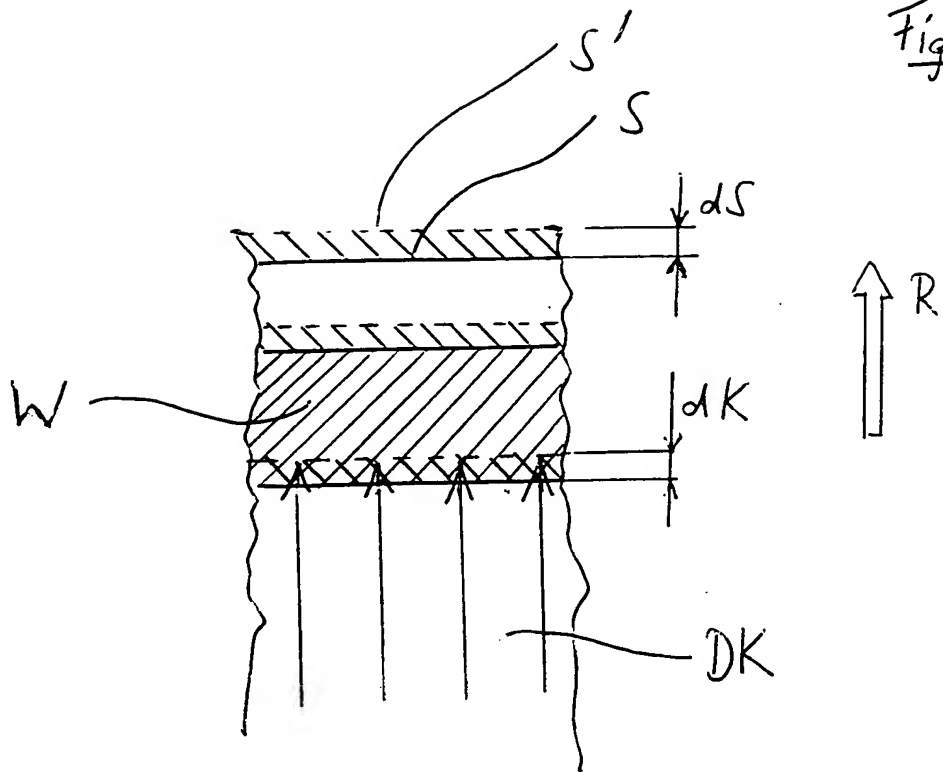
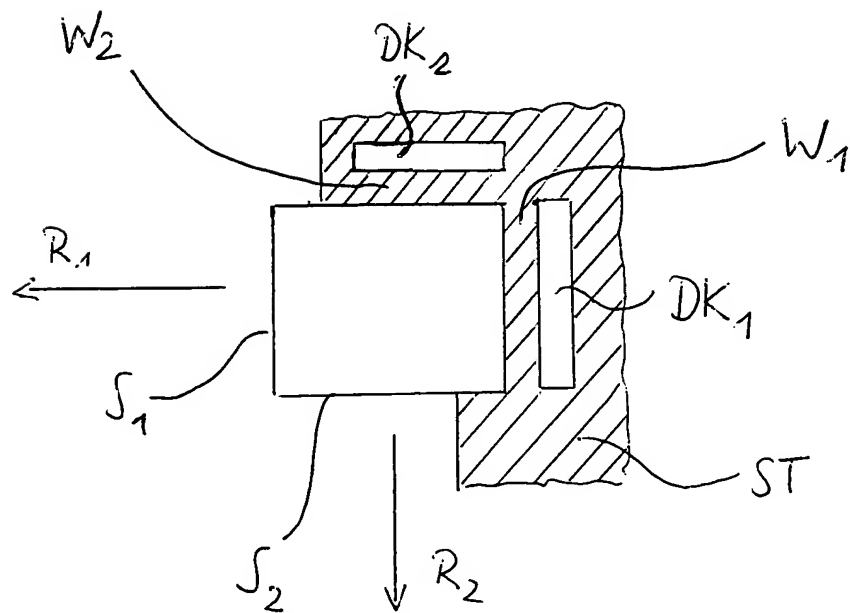
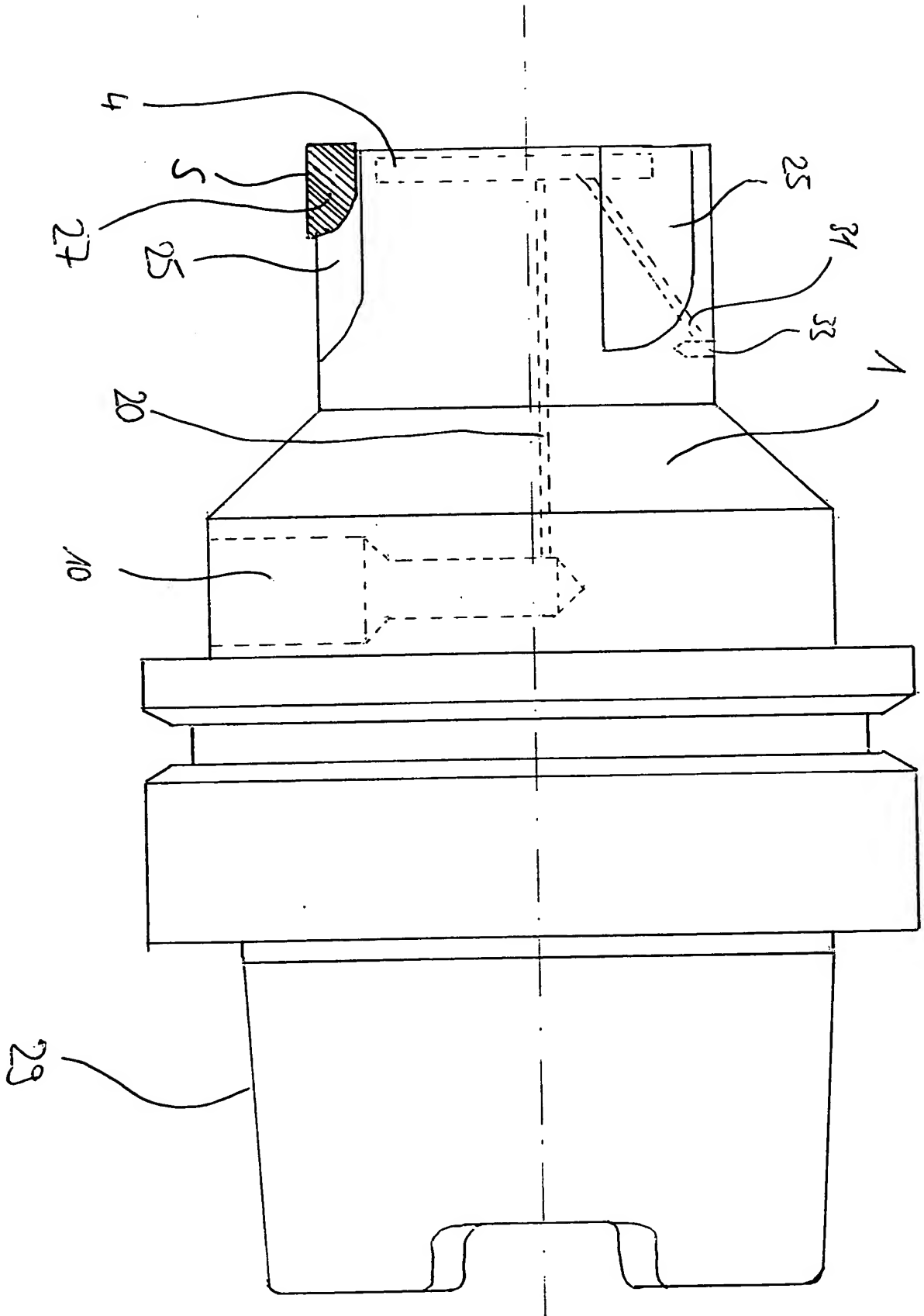
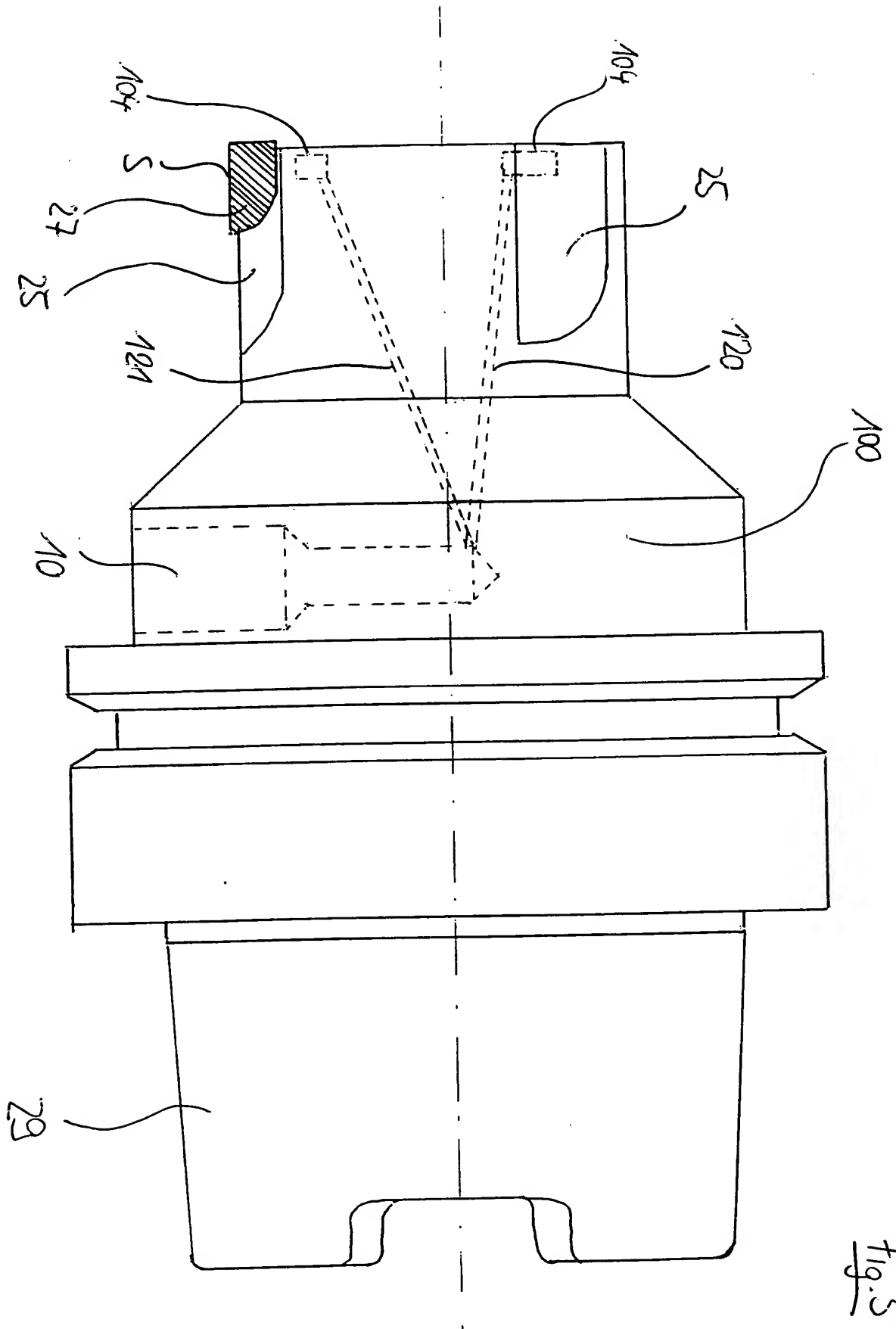


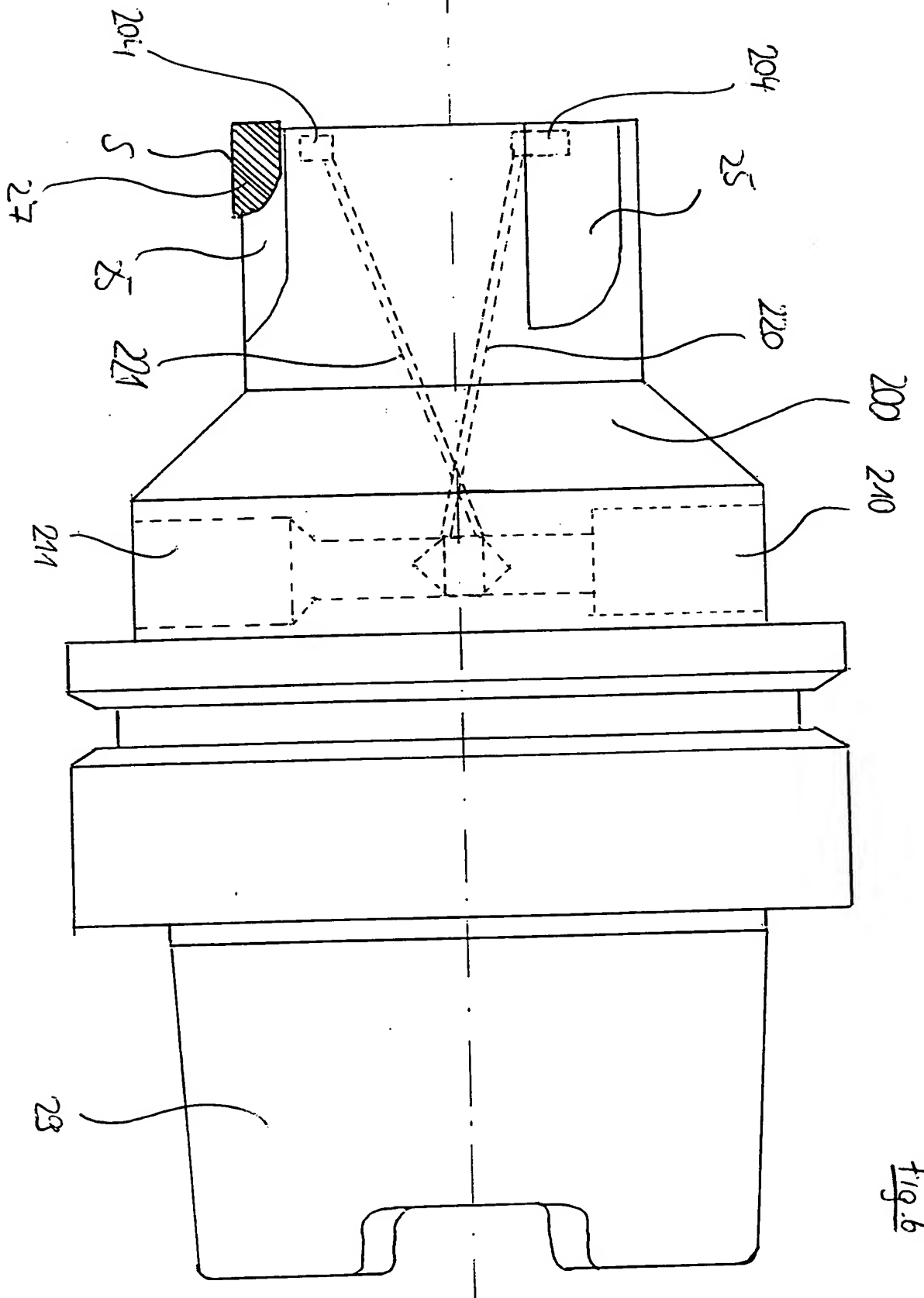
Fig. 3











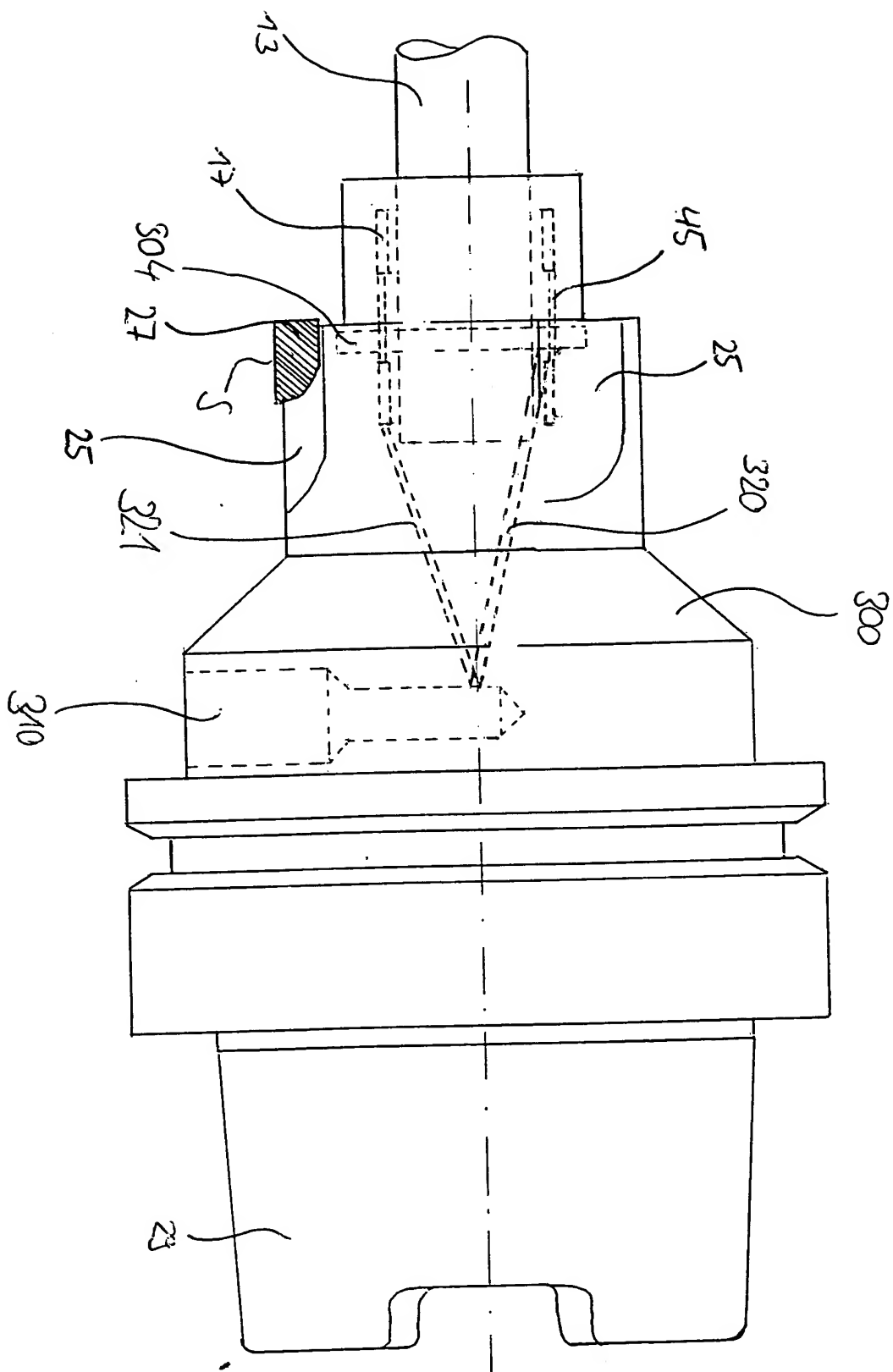


Fig. 7.

Fig. 7a

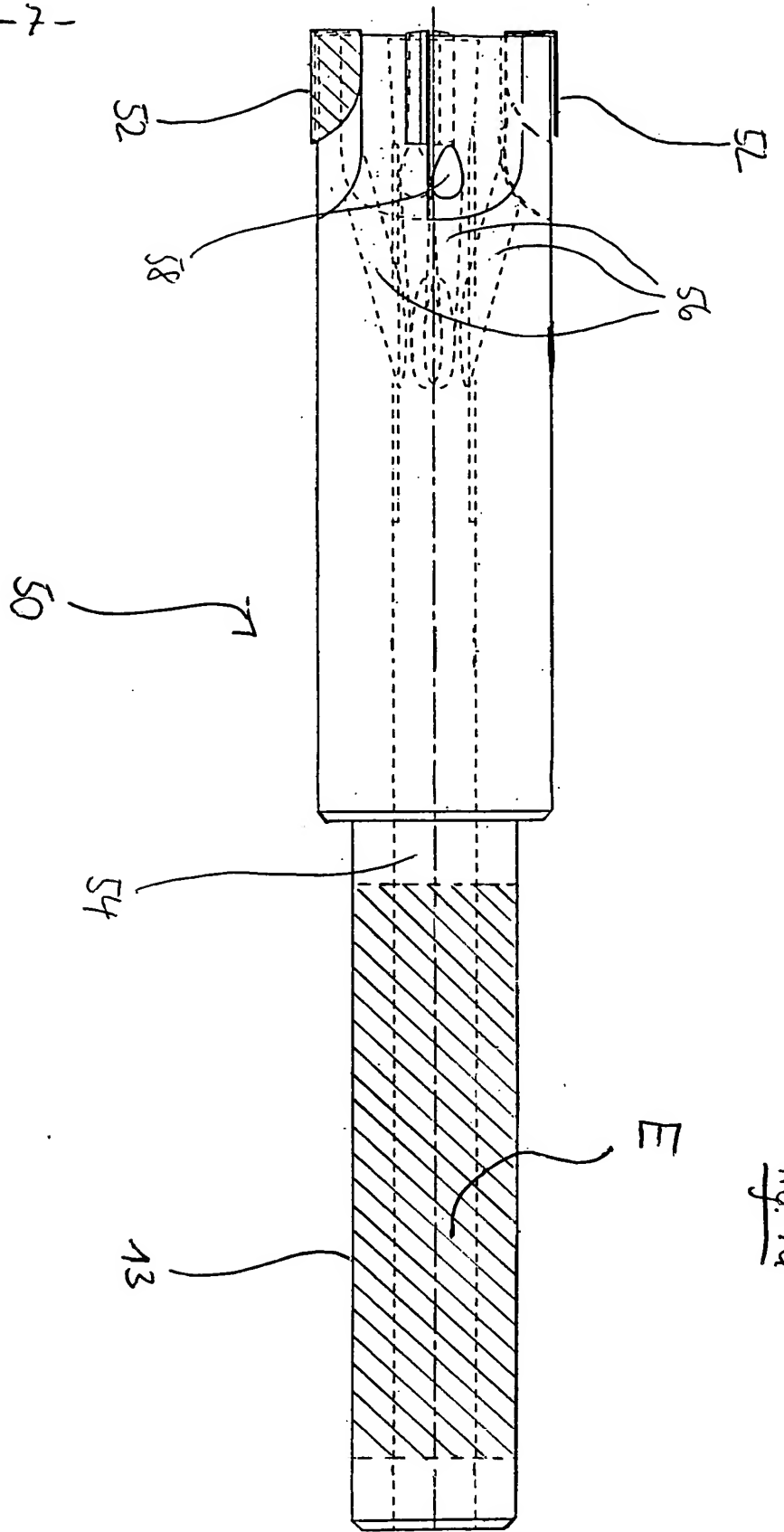


Fig. 9

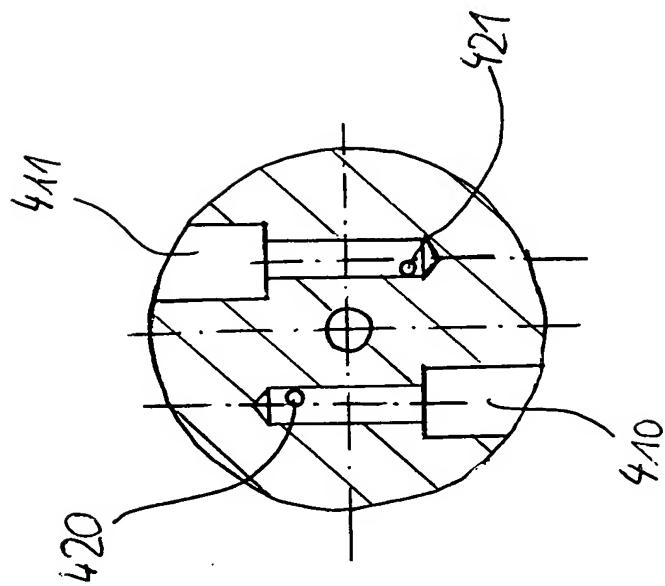
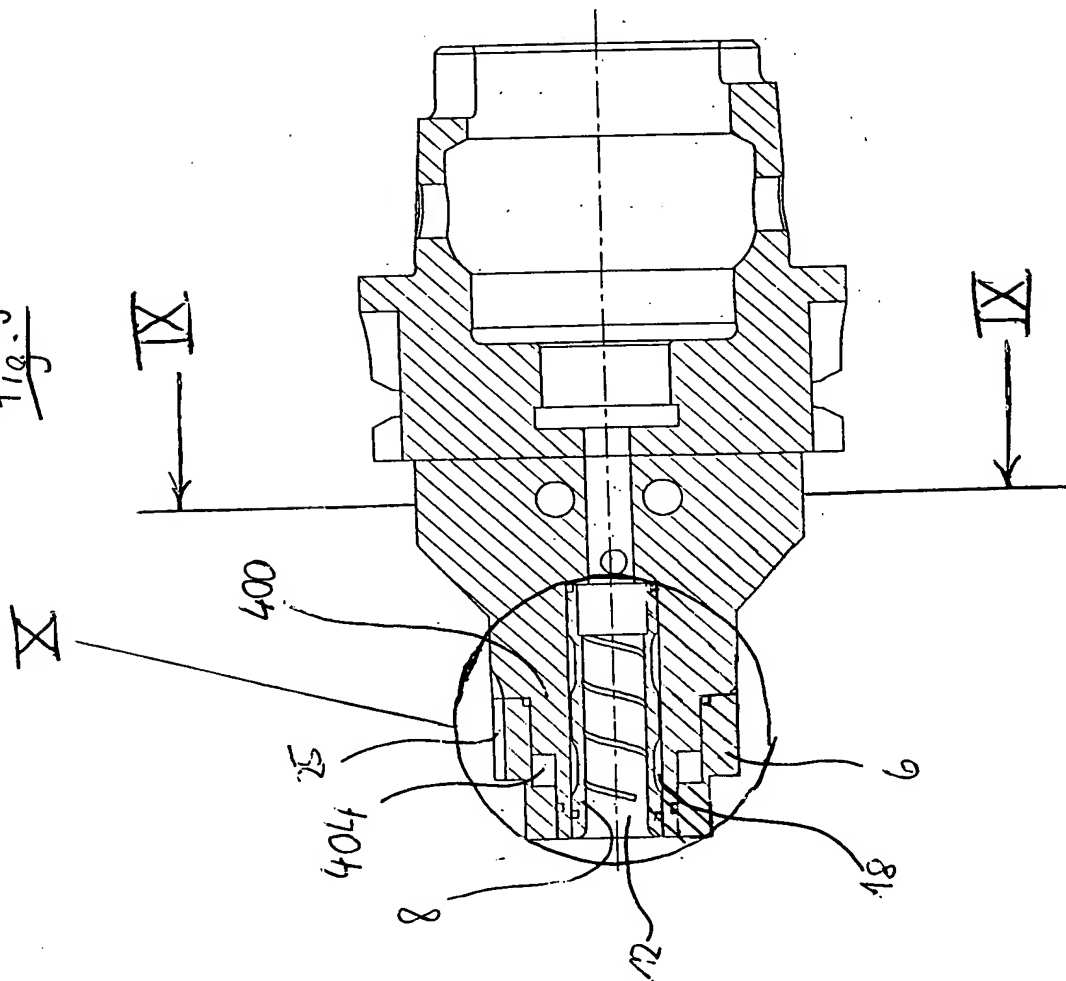


Fig. 8



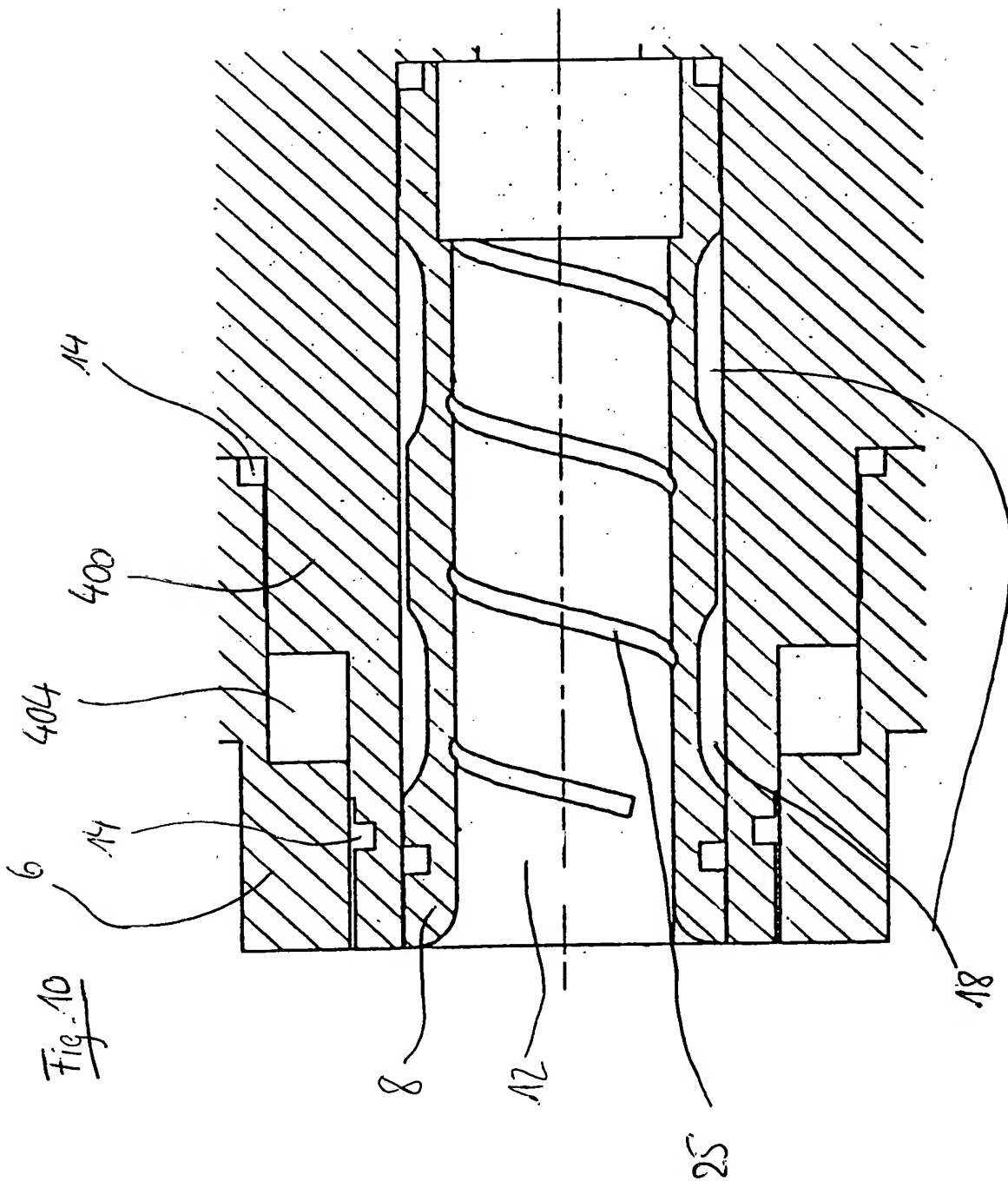


Fig. 11

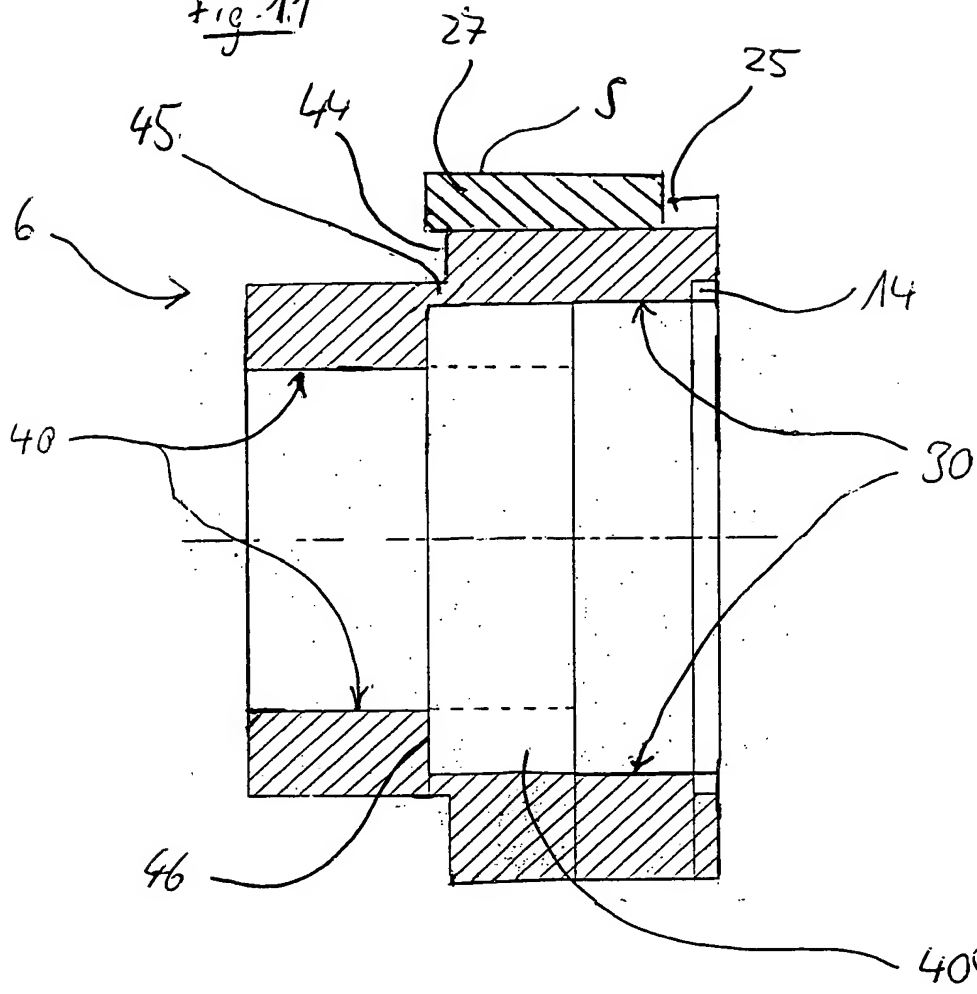
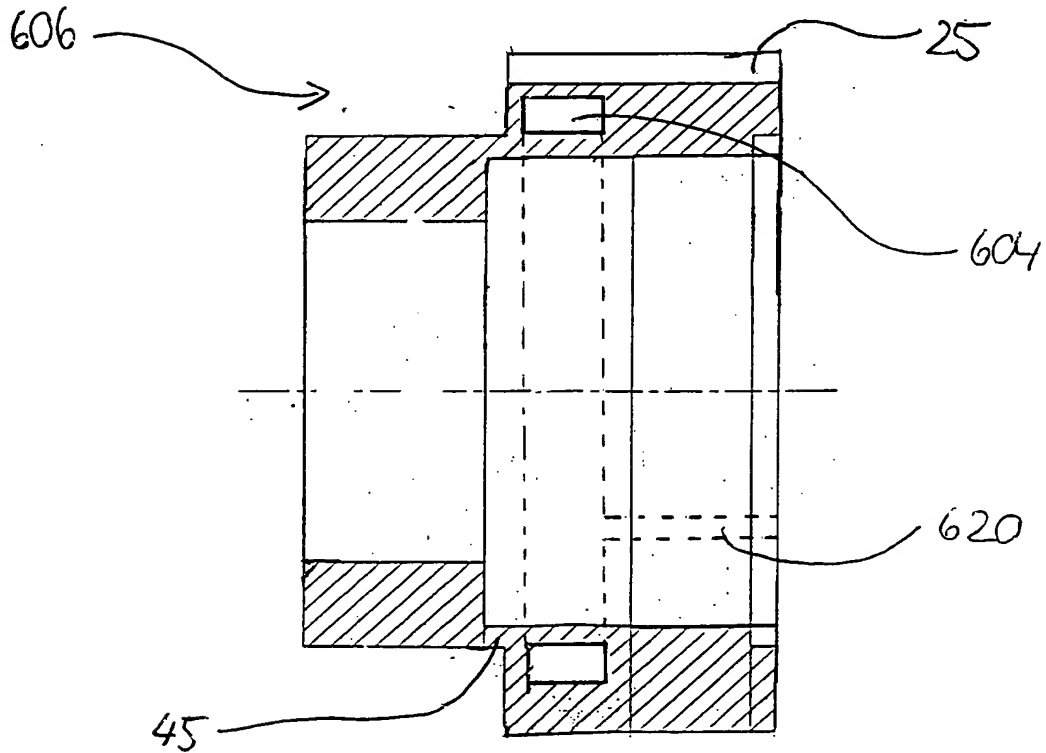


Fig. 12





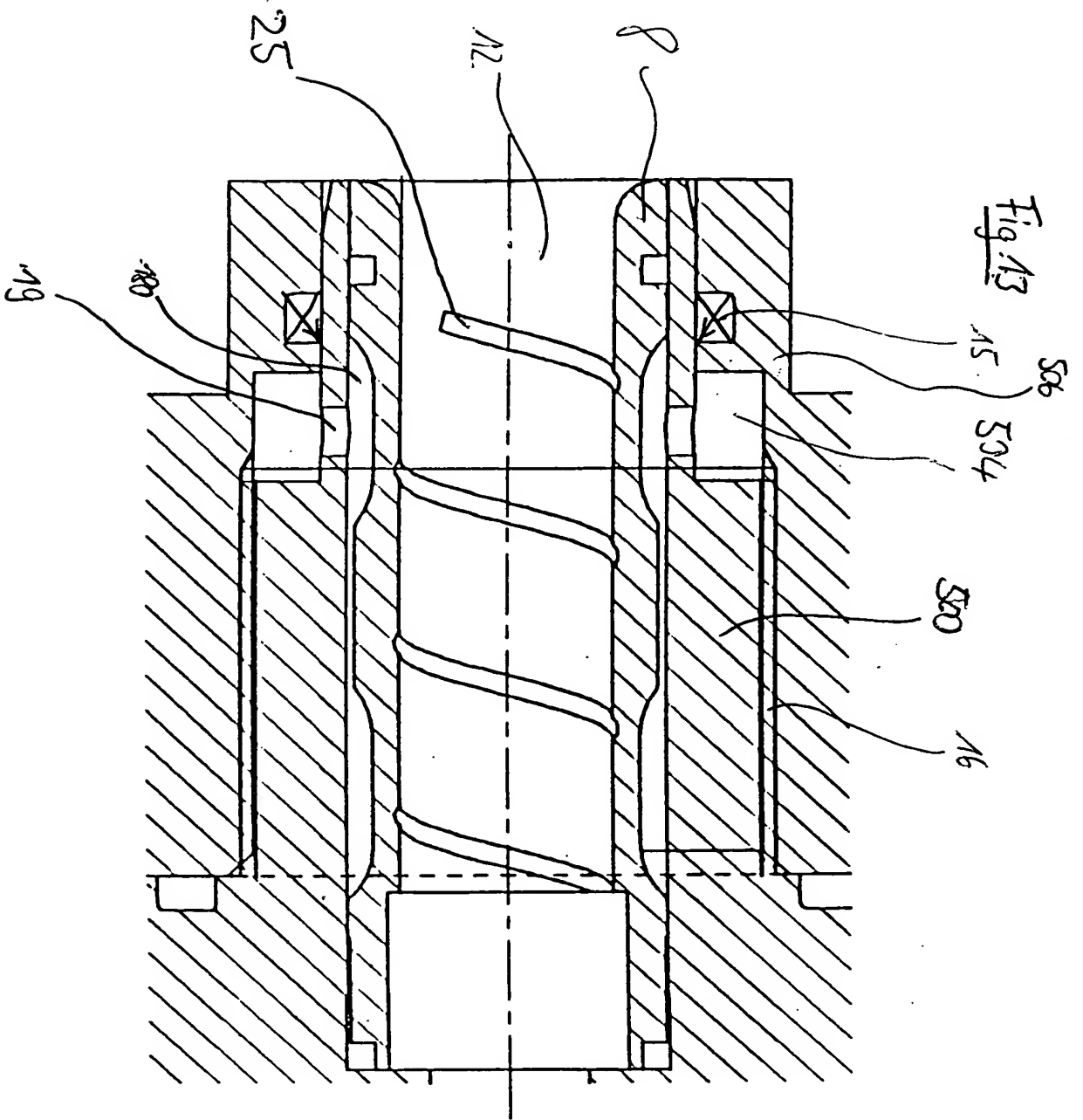


Fig. 14

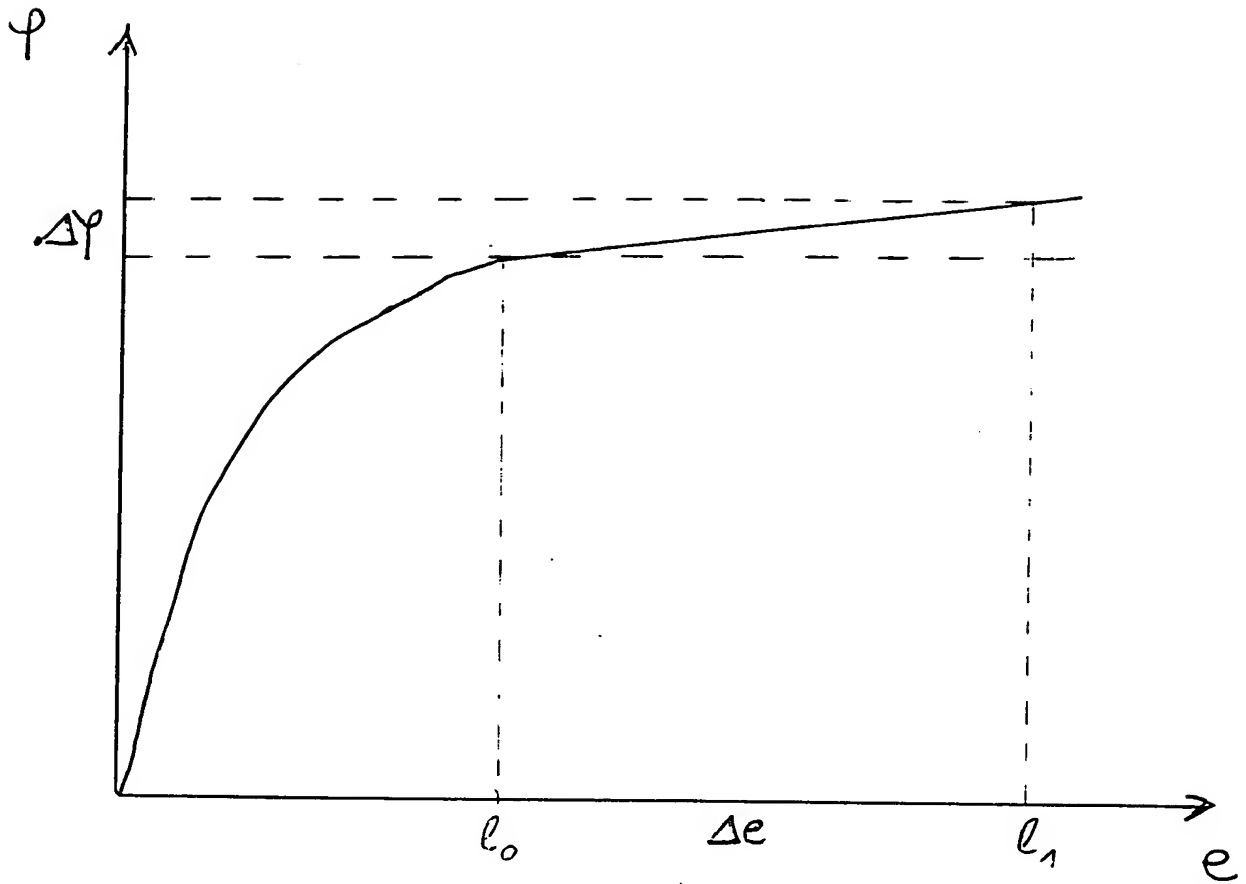


Fig. 15

